



USSGÄNGERBRÜCKE IN EISENBETON
 ÜBER DIE SAALE BEI MERSEBURG.
 * ENTWURF UND AUSFÜHRUNG: RU-
 DOLF WOLLE IN LEIPZIG. * * * *
 DEUTSCHE BAUZEITUNG
 MITTEILUNGEN ÜBER ZEMENT,
 BETON- UND EISENBETONBAU
 * * VI. JAHRGANG 1909 * NO. 13. * *

DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER

ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

* * * * *

UNTER MITWIRKUNG * DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-CEMENT-
* * FABRIKANTEN * UND * DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS * *

VI. JAHRGANG.

No. 13.

Fußgängerbrücke in Eisenbeton über die Saale bei Merseburg.

Hierzu eine Bildbeilage und die Abbildungen in No. 14.



in Beispiel für den erfolgreichen Wettbewerb des Massivbaues mit der Eisenkonstruktion ist die Fußgängerbrücke über die Saale unterhalb Merseburg, welche i. J. 1905 von der Firma Rud. Wolle in Leipzig ausgeführt worden ist.

Für die Ausführung kamen 2 Entwürfe in Frage: ein eiserner Fachwerkträger von 52,2 m Stütz-

weite und ein von der Firma Rud. Wolle angebotener, entsprechend weit gespannter Bogen in Eisenbeton. Dieser letztere Entwurf fand allgemeinen Anklang. Entscheidend für seine Annahme waren neben der Kostenfrage rein ästhetische Rücksichten. Das leichte Gewölbe in Verbindung mit dem aufgelösten Oberbau, dessen Linie gleichfalls in einer flachen Kurve verläuft, fügt sich, wie die beigegebene Aufnahme des Bauwerkes erkennen läßt, mit seiner Umrißlinie harmonisch in die reizvolle Umgebung ein, während die starren Linien einer als Gitterträger geplanten Eisenkonstruktion störend in das Naturbild eingreifen.

Konstruktiv bemerkenswert bei dem Bauwerk ist

das geringe Verhältnis der Breite zu seiner Spannweite, denn während die letztere, zwischen den Widerkanten der Widerlager gemessen, 51,2 m beträgt, ist die Breite nur 1,5 m, also nur $\frac{1}{34}$ der Spannweite. Die Folge hiervon ist, daß der Winddruck auf die Standfestigkeit von großem Einfluß ist.

Die Stichhöhe des Gewölbes beträgt 5,7 m, seine Stärke im Scheitel 0,4 m und an den Kämpfern 0,45 m.

Die Gewölbemittellinie entspricht der Stützlinie für den mittleren Belastungszustand, d. h. für Eigengewicht und halbe Verkehrslast. Am Rücken und der inneren Leibung liegt in dem Gewölbe ein Netzwerk aus 15 und 5 mm starken Rundeisen.

Die Widerlager sind verschieden tief gegründet, entsprechend der unterschiedlichen Höhenlage des tragfähigen Baugrundes an den beiden Ufern. In Rücksicht auf die durch den Winddruck hervorgerufenen wagrechten Kräfte mußte den Widerlagern eine möglichst große Auflagerfläche gegeben werden, sie wurden daher absatzweise bis auf 2,6 m verbreitert.

Wir lassen in der nächsten Nummer die konstruktiven Einzelheiten des Bauwerkes in Abbildungen und Beschreibung folgen. —

(Schluß folgt.)

Eisenbeton-Kuppel- und Wölb-Konstruktionen.

Vortrag von Dr. Ing. Karl W. Mautner, Ob.-Ing. der Firma Carl Brandt in Düsseldorf, gehalten auf der XII. Hauptversammlung des „Deutschen Betonvereins“ Berlin 1909.

Kuppel- und Wölbkonstruktionen sind deshalb für den Eisenbetonbau wichtige und charakteristische Konstruktionsformen, weil sie zeigen, inwieweit dieses Baumaterial anpassungsfähig ist an die Forderungen der Formgebung. Es ermöglicht die Ausführung von Architekturgebilden, die oftmals in statischer Beziehung recht ungünstige Gestaltung aufweisen. Es ist daher vielleicht wünschenswert, einige größere Kuppelbauten einer Bespre-

chung zu unterziehen, weil diesem Gegenstande, obwohl für den Eisenbetonbau sehr wichtig, bisher weniger Beachtung in der einschlägigen Literatur geschenkt wurde.

Ich möchte die Kuppelbauwerke nach der Art der Belastung und ihrer Ausbildung unterscheiden in: Tragkuppeln und weniger belastete Dach- und Zierkuppeln, ferner in glatte Kuppel-Konstruktionen und Rippenkonstruktionen. Die Trag-Kuppeln finden größere Anwendung als günstige Konstruktionsform von Behälterböden, als Unterteil von Kamin- kühlern, Ueberdek-

kungen von schornsteintragenden Dächern und Sudräumen in Mälzereien und dergl. Die Formgebung dieser, wie der Dachkuppeln ist eine höchst mannigfaltige. — Bevor ich einige größere Kuppel-Bauwerke vorführe, will ich mir erlauben, im Rahmen dieses kurzen Vortrages auch einen Blick auf den Stand der Theorie dieser Bauwerke zu werfen. In statischer Beziehung ist die

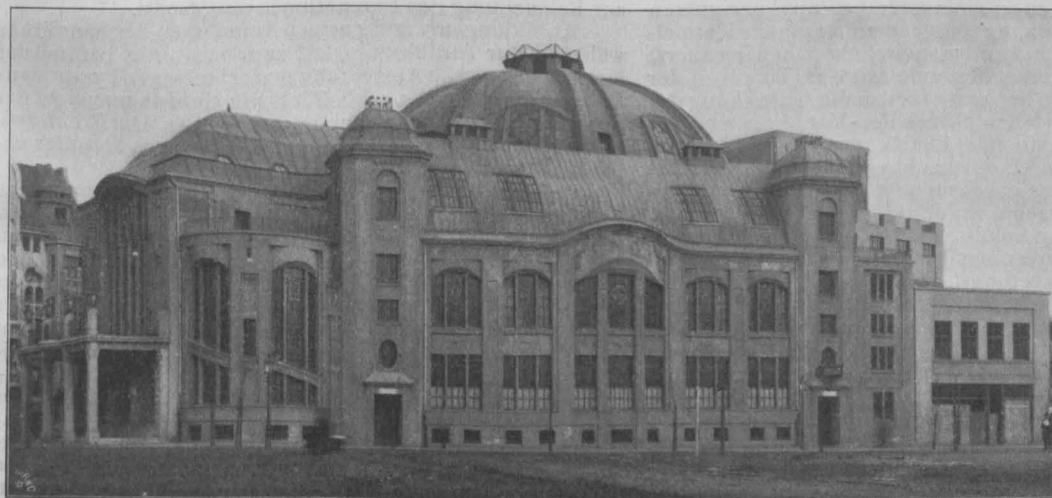


Abbildung 1. Apollo-Theater in Bochum nach der Fertigstellung. Arch.: Paul Engler & Co. in Bochum. Vergl. hierzu die Abbildungen und den Text, Jhrg. 1908, S. 65 u. ff., der „Mitteilungen“.

Materie der Kuppelkonstruktion wohl eine der sprödesten, und es haben sich die namhaftesten Forscher größtenteils vergeblich bemüht, Klarheit in das Kräftespiel derselben zu bringen. Die im Eisenbetonbau, soviel aus der Literatur ersichtlich ist, zumeist angewendeten Berechnungsmethoden sind wohl kaum geeignet, ein klares Bild von den Beanspruchungen zu liefern. Einige Autoren empfehlen, glatte Kuppelkonstruktionen derart zu berechnen, daß man sie in eine Anzahl von Sektoren durch radiale Schnitte zerlege und auf die Ringspannungen weiter keine Rücksicht nehme, vielmehr jeden dieser Sektoren, als für sich unabhängigen Bogen unter mehr oder minder vereinfachender Annahme (von Gelenken) berechne und den Schub derselben am Fuße des Gewölbes durch einen Zugring zusammenfasse. Ich brauche wohl nicht erst hervorzuheben, daß diese Berechnungsart Voraussetzungen macht, welche nicht allein in theoretischer Hinsicht zu verurteilen sind, sondern bei großen glatten Kuppelkonstruktionen zu bedenklichen Spannungs-Überschreitungen führen kann. Wie bereits aus der älteren Theorie der Massivkuppel Schwedlers, Wittmanns und Schefflers bekannt ist, besteht bei jeder geschlossenen Kuppelkonstruktion, mit Ausnahme der Parabelkuppel, eine Grenzfläche, zu deren beiden Seiten die Ringspannungen entgegengesetzte Vorzeichen haben. Oberhalb dieser Grenzfläche, wo die Ringspannungen Druckspannungen sind, erzeugen dieselben eine verminderte Hauptspannung mit den Meridiankräften, das Gegenteil findet unterhalb dieser Grenzfläche statt. Durch das Anwachsen der reduzierten Hauptspannungen in den Meridianen können aber bedeutende Beanspruchungen auftreten, denen manchmal die nach obigem Grundsatz bemessenen Gewölbe nicht standhalten könnten.

Es empfiehlt sich schon mehr, bei dieser Berechnung die alte Kuppeltheorie Schwedlers zu Hilfe zu nehmen, die freilich die sicher nicht zutreffende Annahme macht, daß in sämtlichen Lagerfugen (bei einer monolithischen Konstruktion kann dieser Ausdruck natürlich nur im mathematischen Sinne gemeint sein) die Drucke durchaus gleichmäßig verteilt sind, mit anderen Worten, daß die Stützlinie mit der Mittellinie des Gewölbes zusammenfällt. Ich will hier nicht auf die geistreiche Arbeit Autenrieths auf diesem Gebiete näher eingehen, welcher zwei Stützlinien und zwar eine Lagerfugen- und eine Stoßfugen-Stützlinie miteinander in Beziehung bringt und unter Annahme einer günstigsten Stützlinie das Gleichgewicht eines Sektoren-Elementes untersucht. Leider ist diese Arbeit für das Gebiet des Eisenbetonbaues nicht verwendbar, da die absolut wahrscheinlichsten Werte der Beanspruchungen nach seiner Theorie nur auf Grund von Vergleichswerten ausgeführt, unter der gleichen Annahme der günstigsten Stützlinie untersuchter Kuppelkonstruktionen zu finden sind. Jedenfalls werden sich auch die Theoretiker des Eisenbetonbaues noch mit einer Verbesserung der Theorie und Schaffung einer brauchbaren Rechnungsform für die Praxis beschäftigen müssen.

Vielleicht würde es zu einem, für die Praxis geeigneten Ausweg für die Berechnung weitgespannter glatter Kuppelkonstruktionen führen, wenn man die Schwächen der zuerst geschilderten Rechnungs-Methode mit den Vorzügen der zweiten verbinde. Ich denke hierbei an die Aufsuchung der Grenzfläche nach dem alten Schwedler-Verfahren und der Festlegung der zur Aufnahme der Ringspannungen, soweit sie Zugspannungen sind, notwendigen Eiseneinlagen nach diesem. Nachdem dies geschehen ist, könnte man den vertikalen Biegemomenten in der Weise Rechnung tragen, daß man die einzelnen Sektoren als Gewölbe unter der vereinfachenden Annahme eines Druckringes und irgendwelcher passender Auflagerung berechnet, aber unter der Annahme, daß die Deformation des Gewölbes nicht frei, sondern durch die eingelegte Ringarmierung unterhalb und durch die Meridianschnitt-Pressungen oberhalb der Grenzfläche eine beschränkte wäre. Freilich gelangt man für die geschlossene Kuppel auch zu dem alten irrigem Ergebnis Naviers, daß im Scheitel ein Horizontalschub wirksam ist und somit der Kuppeldruck unendlich würde. Da diese Methode von vornherein als Näherungsmethode gedacht ist und der zweite Teil des Rechnungsvorganges nur wegen der Exzentritäten der Stützlinie hinsichtlich der Bemessung der Meridian-Armierung geplant ist, wird man diesen Widerspruch hinnehmen können.

Abbild. 8.
Kuppel-
Armierung.

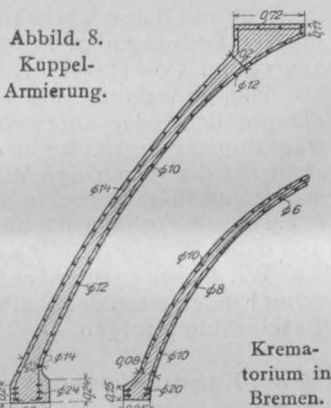
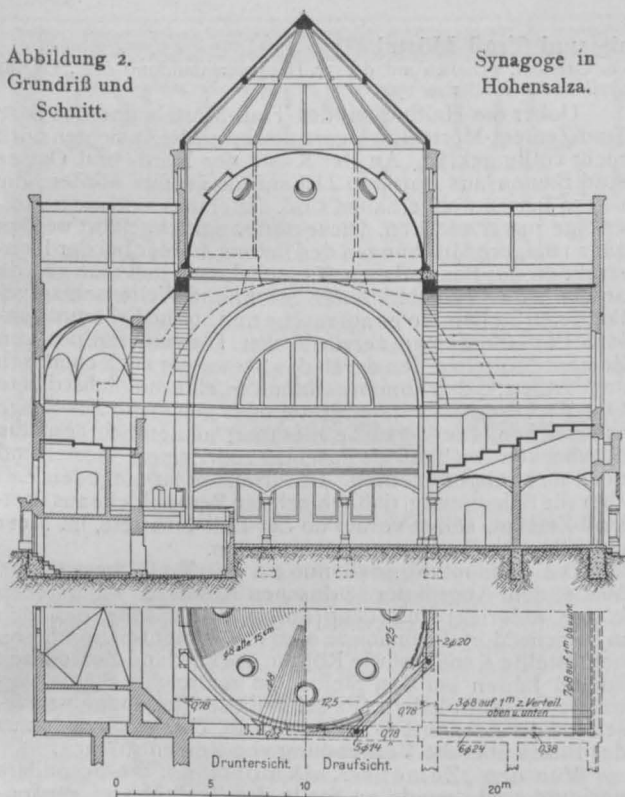


Abbildung 2.
Grundriß und
Schnitt.

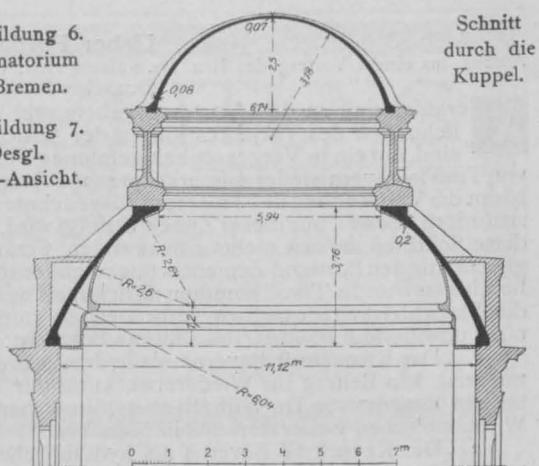


Synagoge in
Hohensalza.

Abbildung 6.
Krematorium
in Bremen.

Abbildung 7.
Desgl.
Innen-Ansicht.

Eisen-
beton-
Kuppel-
und
Wölbe-
Konstruk-
tionen.



Schnitt
durch die
Kuppel.

Abbildung 3. Synagoge mit fertig betonierter Kuppel.

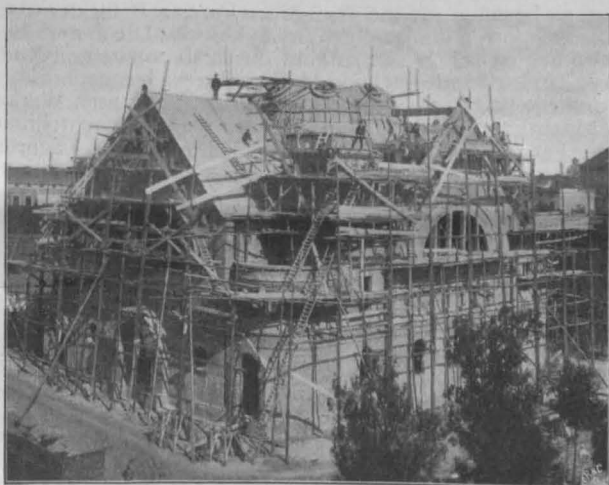


Abbildung 4. Bauzustand der Synagoge nach Errichtung
des Seckigen Pyramidendaches.

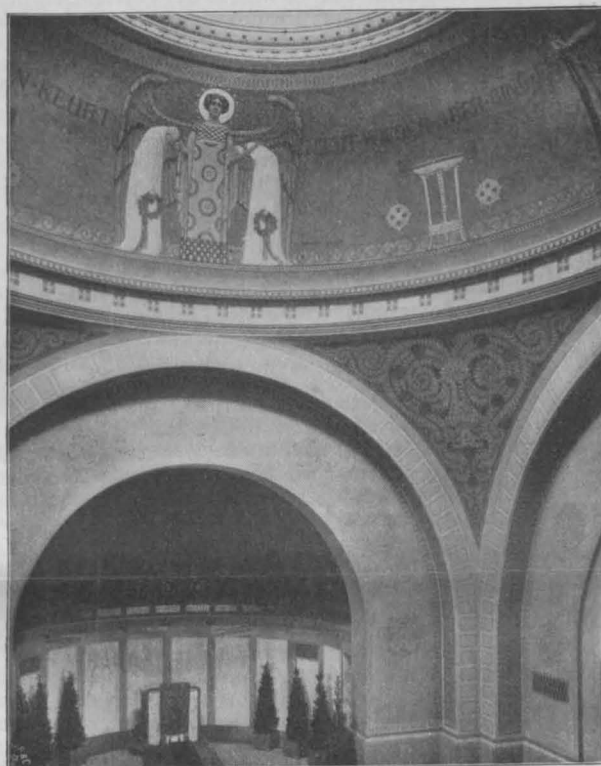


Abbildung 5. Innenansicht der Synagoge.



Ueber Portland-Zement- und Traß-Mörtel.

Auszug aus einem Vortrag des Hrn. Dr. Schumann, Oberloschwitz b. Dresden, gehalten auf der 32. Hauptversammlung des „Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten“ in Berlin 1909.

Veranlassung zu dem Vortrage gaben zwei Veröffentlichungen des Vorjahres, die in der Absicht verfaßt sind, auf ein in Vergessenheit geratenes Vorkommen von Traß in Bayern wieder aufmerksam zu machen und überhaupt die Verwendung des Trasses in ausgedehnterem Maße zu fördern. Soweit nur dieser Zweck verfolgt wird, ist gegen diese Schriften an sich nichts einzuwenden, wenn sie aber gleichzeitig den Portland-Zement in ungerechtfertigter Weise herabsetzen und z. T. vollkommen unrichtige Angaben über die Brauchbarkeit desselben verbreiten, so durften diese nicht unwiderrlegt bleiben. Es sind die Schriften:

1. „Der Kesseltraß Bayerns als hydraulisches Mörtelmaterial. Ein Beitrag zur Wiedererweckung der Traßindustrie in Bayern“ von Dr. Wilh. Sieber, Vorsteher des Prof. Wittmann'schen Laboratoriums in München.

2. „Der Kesseltraß Bayerns als hydraulisches Mörtelmaterial“ von Prof. H. Chr. Nußbaum in Hannover.

Besonders nachdrücklich wird in der zweiten Schrift der Traß als der „wertvollste Mörtelbildner, den Deutschland besitzt“, hervorgehoben, der Zuschlag von Portland-Zement zum Weißkalk verworfen und statt dessen Traß empfohlen, der Traß-Mörtel für See- und Kanalbauten als einzig widerstandsfähiges Bindemittel bezeichnet. Ähnliche Behauptungen finden sich auch in der erstgenannten Schrift.

Wäre die erste Behauptung, daß der „Traß der wertvollste Mörtelbildner Deutschlands“ ist, wahr, so wäre den deutschen Ingenieuren und Architekten der Vorwurf zu machen, daß sie seit Einführung des Portland-Zementes, von dem jetzt in Deutschland rd. 30 Mill. Faß jährlich erzeugt und der Hauptsache nach auch in Deutschland verkauft werden, riesige Summen verschwendet hätten. Böte der Portland-Zement gegenüber dem Traß nicht große Vorteile, so würde das teure Bindemittel aber schwerlich das billigere verdrängt haben. Das allein spricht schon gegen die obige Behauptung. Es ist aber leicht durch Versuch nachzuweisen, daß der Portland-Zement das wertvollere Bindemittel ist, wenn man in einem beliebigen Traß-Mörtel die Hälfte des Trasses durch Portland-Zement ersetzt. Die Festigkeit des Mörtels wird dann außerordentlich erhöht, besonders auch die Anfangsfestigkeit nach 7 Tagen. Danach muß der Portland-Zement doch das hochwertigere Material sein.

Es ist ferner Tatsache, daß Weißkalk-Mörtel durch Zusatz von Portland-Zement außerordentlich verbessert und in seiner Festigkeit gesteigert wird. Das hat Redner schon vor vielen Jahren durch Versuche dargetan. Zu demselben Ergebnis kommt auch H. Burchartz in seiner Schrift „Luftkalk und Luftkalkmörtel“, Berlin 1908, die sich auf Versuche des kgl. Materialprüfungsamtes Gr.-Lichterfelde stützt. Er gibt Portland-Zementzuschlag entschieden den Vorzug.

Ganz und gar nicht entspricht es den Tatsachen, wenn behauptet wird, daß Traß-Mörtel vor jedem anderen Mörtel wegen seiner von der Luft unabhängigen Erhärtung, seiner Wetterbeständigkeit, Unzerstörbarkeit, hohen Dichte und der Möglichkeit, mit ihm bei leichtem Frost weiter zu arbeiten, den Vorzug verdiene, und daß man bei allen Arbeiten im Meerwasser und in kohlenensäurehaltigen Wässern Traß-Mörtel anwenden müsse, wenn Zersetzungen usw. vermieden werden sollen. Die dem Traß zugeschriebenen guten Eigenschaften besitzt auch der Mörtel aus Portland-Zement und zwar fast allenthalben in noch höherem Maße.

Die Dichte des Portland-Zementes ist jedenfalls wegen seines höheren Raumgewichtes und geringeren Wasserbedarfes höher. Wasserdichte Mörtel lassen sich aus Portland-Zement in fetter Mischung oder bei magerer Mischung mit entsprechenden Zuschlägen von Weißkalk oder hydraul. Kalk ebenso gut herstellen, wie aus Traß-Mörtel. Erfahrungsgemäß sind auch wieder die Portland-Zement-Mörtel die weniger Frost empfindlichen, und man hat schon bei sehr strenger Kälte mit ihnen Arbeiten ausgeführt, die in Traß-Mörtel mit gleichen Erfolgen nicht herstellbar gewesen wären. Mörtel aus Portland-Zement erhärten aber vor allem weit rascher und erreichen eine viel höhere Festigkeit als Traß-Mörtel. Sie sind beim Erhärten an der Luft dem Traß-Mörtel auch dadurch überlegen, daß letzterer einer lang andauernden Berührung mit Wasser bedarf, sodaß er in der Erhärtung erheblich zurückbleibt, wenn ihm Wasser verhältnismäßig rasch entzogen wird. Daher ist Traß nicht brauchbar zu Arbeiten, die rasche und starke Erhärtung des Mörtels erfordern.

In sehr reinen kohlenensäurehaltigen Wässern werden alle kalkhaltigen Bindemittel mit der Zeit zersetzt. Die dichtesten Mörtel widerstehen aber, wie namentlich durch langjährige Versuche von Schiffnern nachgewiesen ist, am besten.^{*)} Traß-Kalkmörtel wird am häufigsten angegriffen, dann folgt Zement-Traßmörtel und am besten hält sich Portland-Zement-Mörtel, der aber auch eines Schutzanstrichs bedarf.

Ueber die Haltbarkeit des Traß-Mörtels und des Portland-Zement-Mörtels im Meerwasser sind die Ansichten noch nicht völlig geklärt. An der Küste der Nord- und Ostsee sind Bauten aus Portland-Zement ausgeführt worden, die seit 50 Jahren wohl erhalten sind, anderseits sind auch Mißerfolge zu verzeichnen. Diese dürfen zurückgeführt werden auf zu magere Mischungen des Betons, Fehler bei der Konstruktion des Bauwerkes, z. T. auch darauf, daß man gerade an den ganz besonders durch Sturm und Wellenschlag gefährdeten Stellen, wo es auf rasche und starke Erhärtung ankam, Portland-Zement verwandte. Die mageren, porösen Zement-Mörtel werden durch das Seewasser auch chemisch angegriffen; daher kommt es darauf an, eine möglichst dichte Oberfläche durch fettere Mörtel oder geeignete Zuschläge zu erreichen. Die Versuche hierüber, namentlich über die Nützlichkeit von Traß als Zuschlag zum Zement-Mörtel sind noch nicht abgeschlossen. Unzutreffend ist auf jeden Fall aber die Behauptung, daß schlechthin Betonblöcke aus Portland-Zement, selbst vorher an der Luft erhärtete, im Meer unfehlbar der Zerstörung anheimfielen.

Die Behauptung, daß nur ein mit Traß „gesättigter“ Mörtel dem Angriff der städtischen Abwässer widerstehen könne, widerlegt sich schon durch die Tatsache, daß sich in Zement-Mörtel gemauerte oder aus Zement-Stampfbeton hergestellte Kanäle sowie Röhren aus Portland-Zement seit langen Jahren bei den Sielbauten zahlreicher Städte vortrefflich bewährt haben. Es sei in dieser Beziehung verwiesen auf die bekannte Schrift von Prof. Gary: „Urteile aus der Praxis über die Verwendung von Zementröhren“.

Von den „Zement-Kalkmörteln“, die besonders geeignet sind, gerade an Stelle der Traß-Mörtel verwendet zu werden, wird ferner behauptet, daß sie bei Luftabschluß nicht oder nicht genügend erhärteten, daß sie für Wasser nicht so undurchlässig seien und nicht so viel Dehnbarkeit besäßen wie die Traß-Mörtel, was z. B. für den Bau von Talsperren von großer Wichtigkeit sei. Die erste Behauptung ist schon seit langem durch Versuche von Rud. Dyckerhoff widerlegt und H. Burchartz hat neuerdings Versuche angestellt und in dem schon genannten Werke veröffentlicht, die darauf hinausgehen, daß ein nachteiliger oder gar auf die Dauer schädigender Einfluß des Lagerns bei Luftabschluß auf das Erhärten von Zement-Kalkmörteln nicht als vorhanden angenommen werden könne. Die Warnung vor Verwendung des Zement-Kalkmörtels in dicken Mauern, Fundamenten usw. ist also unberechtigt.

Ebenso ist nachgewiesen, daß fetter Portland-Zement-Mörtel oder ein magerer Mörtel, mit Weißkalk oder hydraulischem Kalk versetzt, absolut wasserdicht werden kann.

Nicht erwiesen ist ferner bisher die größere Dehnbarkeit (Elastizität) der Traß-Mörtel gegenüber Zement-Mörtel. Es hat den Anschein, als wenn die anfänglich länger andauernde Weichheit des Traß-Mörtels zu der Annahme geführt hat, daß auch später der erhärtete Mörtel eine größere Dehnbarkeit als Zement-Mörtel besitze. Bei den älteren Talsperren-Bauten in den Vogesen hat man durchweg Zement-Kalk-Mörtel mit bestem Erfolge verwendet. Erst durch Intze ist beim Talsperrenbau dem Traß-Mörtel grundsätzlich der Vorzug gegeben worden. Neuerdings hat man dann bei den Talsperren bei Chemnitz und Komotau in Böhmen wieder Zement-Kalkmörtel verwendet. In umfangreichem Maße ist aber der Portland-Zement bei Wehranlagen und Talsperren in Amerika verwendet, die aus reinem Zementbeton hergestellt wurden. Hiernach darf man wohl sagen, daß Zement-Kalkmörtel und Traß-Mörtel für den Bau von Talsperren gleich gut geeignet sind. Im Einzelfalle werden daher die örtlichen Preisverhältnisse den Ausschlag geben.

Es soll durchaus nicht bestritten werden, daß Traß-Mörtel für mancherlei Zwecke und namentlich in den Gegenden, wo der Traß billig geliefert werden kann, ein wertvolles Mörtelmaterial bildet, wie auch Traß als Zusatz zu magerem Zement-Mörtel bei Seebauten vorteilhaft Verwendung finden kann. Dagegen wird Traß niemals hinsichtlich der Festigkeit, raschen Erhärtungsfähigkeit und Vielseitigkeit der Verwendungsmöglichkeiten mit dem Portland-Zement in Wettbewerb treten können, und selbst in den Fällen, in denen die hohe Festigkeit fetter Portland-Zementmörtel nicht beansprucht wird, sollte man stets auch die Verwendung der überall leicht herzustellenden Portland-Zement-Kalkmörtel gegenüber Traß in Betracht ziehen. —

^{*)} Protokolle d. „Vereins Deutscher Portl.-Cement-Fabr.“ 1897—1901.

Inhalt: Fußgängerbrücke in Eisenbeton üb. d. Saale b. Merseburg. — Eisenbeton-Kuppel- u. Wölbkonstruktionen. — Ueber Portl.-Zement- u. Traßmörtel.

Bildbeilage: Fußgängerbrücke bei Merseburg.

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., Berlin. Für die Redaktion verantwortlich Fritz Eiselen, Berlin.

Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg., P. M. Weber, Berlin.